

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-015851

(43)Date of publication of application : 19.01.2001

-----  
(51)Int.Cl. H01S 5/042  
H01S 5/22

-----  
(21)Application number : 11-187760 (71)Applicant : SONY CORP

(22)Date of filing : 01.07.1999 (72)Inventor : NEMOTO KAZUHIKO

-----  
(54) SEMICONDUCTOR LASER DEVICE AND ITS MANUFACTURE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a semiconductor laser device which has a current constriction effect, a current confinement effect, and a light confinement effect, a high surge withstand voltage, and easy handle ability.

SOLUTION: A semiconductor laser device 50 is equipped with a laminated structure composed of an N-type buffer layer 52, an N-type clad layer 53, an active layer 54, a P-type clad layer 55, a P-type intermediate layer 56, and a P-type cap layer 57 which are successively and epitaxially grown on an N-type substrate 51. The P-type intermediate layer 56 and the P-type can layer 57 above the P-type clad layer 55 are formed into a stripe 58 which serves as a current injection region. A Ti/Pt/Au multilayered material film is formed as a P-side electrode 59 extending over the P-type clad layer 55 and bestriding the P-type cap layer 57. The P-side electrode 59 is composed of a first electrode 59a which is in ohmic contact and a second electrode 59b

which is in Schottky contact.

-----  
LEGAL STATUS [Date of request for examination] 15.02.2006

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

**\* NOTICES \***

**JPO and INPIT are not responsible for any**

**damages caused by the use of this translation.**

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3. In the drawings, any words are not translated.

---

## CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] The semiconductor laser component characterized by the electrode which was prepared on the laminated structure of a compound semiconductor, and which consists of a metal membrane consisting of the 1st polar zone which carries out ohmic contact with the maximum upper layer of a laminated structure, and the 2nd polar zone which carries out Schottky contact to a layer with the low carrier concentration of a laminated structure.

[Claim 2] The semiconductor laser component according to claim 1 characterized by forming the 1st polar zone on the high cap layer of the carrier concentration prepared as the maximum upper layer of the ridge-like stripe formed in the laminated structure, and forming the 2nd polar zone on an up cladding layer with carrier concentration lower than the cap layer prepared beside the stripe along with the stripe.

[Claim 3] The both ends of a ridge-like stripe are semiconductor laser

components according to claim 2 characterized by being formed in the shape of [ which stripe width of face is reducing toward the end face of laser cavity structure from the center section of the stripe ] a taper.

[Claim 4] The both ends of a ridge-like stripe are semiconductor laser components according to claim 2 characterized by forming stripe width of face in the shape of [ which has been expanded toward the end face of laser cavity structure from the center section of the stripe ] a flare.

[Claim 5] The semiconductor laser component according to claim 1 or 2 characterized by equipping the electrode which consists of a metal membrane with the 3rd polar zone arranged through the insulator layer on the up cladding layer 2nd beside the polar zone in addition to the 1st polar zone and 2nd polar zone.

[Claim 6] The semiconductor laser component according to claim 2 characterized by the electrode which consists of a metal membrane equipping the field which adjoins 2nd beside the polar zone with the 4th polar zone currently formed on the cap layer through the insulator layer in addition to the 1st polar zone and 2nd polar zone.

[Claim 7] The production approach of the semiconductor-laser component

characterized by to have the process which forms the laminated structure which has the high cap layer of carrier concentration as the maximum upper layer on a compound semiconductor substrate, the etching process which expose an up cladding layer beside a stripe while etching a laminated structure and forming a cap layer in a ridge-like stripe at least, and the process which form the electrode which consists of a metal membrane on a cap layer and the up cladding layer which has exposed.

[Claim 8] The process which forms the laminated structure which has the high cap layer of carrier concentration as the maximum upper layer on a compound semiconductor substrate, The etching process which exposes an up cladding layer beside a stripe while etching a laminated structure and forming a cap layer in a ridge-like stripe at least, The process which forms an insulator layer on the exposed up cladding layer except for the up cladding layer field which met beside the stripe, The production approach of the semiconductor laser component characterized by having the process which forms the electrode which consists of a metal membrane on the exposed up cladding layer and an insulator layer on a cap layer.

[Claim 9] The process which forms the laminated structure which has the high

cap layer of carrier concentration as the maximum upper layer on a compound semiconductor substrate, A laminated structure is etched except for the edge of the direction which intersects perpendicularly with the line which connects the both-ends side of laser cavity structure. The process which exposes an up cladding layer to the field which met beside the stripe while forming a cap layer in a ridge-like stripe at least, The production approach of the semiconductor laser component characterized by having the exposed up cladding layer and the process which forms the electrode which consists of a metal membrane on an insulator layer the process which forms an insulator layer in the field except the exposed stripe and up cladding layer top, and on a cap layer.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] About a semiconductor laser component and its production approach, in a detail, the surge pressure-proofing of this invention is still higher, and it relates to the easy semiconductor laser component of handling which stabilizes and operates, and its production approach.

[0002]

[Description of the Prior Art] Although there are various factors which should be evaluated in the laser property of a semiconductor laser component, energy efficiency or current efficiency is recognized as one of the important things among the factors which should be evaluated. Then, in order to attain

energy-efficiency-ization, from the former, various current constriction structures, current \*\*\*\*\* structures, or optical confinement structures are formed as the part in the double hetero (DH) crossed-product layer structure of a semiconductor laser component, and a laminated structure with the higher current constriction effectiveness, current locked-in effect, or optical confinement effectiveness has higher energy efficiency, and is estimated as desirable laser cavity structure.

[0003] Here, the conventional fundamental structure which makes energy efficiency high with reference to drawing 11 from drawing 9 is explained. The semiconductor laser component 10 of the 1st conventional structure is a semiconductor laser component equipped with the energy-efficiency-ized structure which carried out the ion implantation to the up cladding layer of fields other than a current impregnation field, and converted the surface into the insulation-ized field. Semiconductor laser 10 is equipped with the laminated structure of n mold buffer layer 12 which carried out epitaxial growth, n mold cladding layer 13, a barrier layer 14, p mold cladding layer 15, and p mold cap layer 16 one by one on n mold compound semiconductor substrate 11, as shown in drawing 9 .

[0004] The upper layer of p mold cladding layer 15 of the center of a laminated

structure and p mold contact 16 are formed as a current impregnation field in the shape of [ which connects the both-ends side of laser cavity structure ] a stripe. The upper layer of p mold cladding layer 15 of the field except a current impregnation field is converted into the insulation-ized field 17 where electric resistance is high by the ion implantation of ion, such as a proton (H), and the insulator layer 18 is further formed on the insulation-ized field 17. As a p lateral electrode 19, the multilevel-metal film of Ti/Pt/Au is formed on the cap layer 16 and an insulator layer 18, and is carrying out ohmic contact with the cap layer 16. Moreover, the multilevel-metal film of AuGe/nickel/Au is formed in the rear face of a substrate 11 as an n lateral electrode 20.

[0005] The semiconductor laser component 22 of the 2nd conventional structure is a semiconductor laser component equipped with the energy-efficiency-ized structure of having a ridge-like stripe as a current impregnation field, and having an insulator layer in fields other than the field. The semiconductor laser component 22 is equipped with the laminated structure of n mold buffer layer 24 which carried out epitaxial growth, n mold cladding layer 25, a barrier layer 26, p mold cladding layer 27, and p mold cap layer 28 one by one on n mold compound semiconductor substrate 23, as shown in drawing 10 . The upper

layer of p mold cladding layer 27 of the center of a laminated structure and p mold contact 28 are formed in the ridge-like stripe to which the both-ends side of laser cavity structure is connected as a current impregnation field. On p mold cladding layer 27 of the field except a current impregnation field, the insulator layer 29 is formed so that a ridge-like stripe may be embedded. As a p lateral electrode 30, the multilevel-metal film of Ti/Pt/Au is formed on p mold cap layer 28 and an insulator layer 29, and is carrying out ohmic contact with p mold cap layer 28. Moreover, the multilevel-metal film of AuGe/nickel/Au is formed in the rear face of a substrate 23 as an n lateral electrode 31.

[0006] The semiconductor laser component 34 of the 3rd conventional structure is a semiconductor laser component equipped with the energy-efficiency-ized structure of having a ridge-like stripe as a current impregnation field, and having a current block layer by pn junction in fields other than the field. The semiconductor laser component 34 is equipped with the laminated structure of n mold buffer layer 36 which carried out epitaxial growth, n mold cladding layer 37, a barrier layer 38, and p mold cladding layer 39 one by one on n mold compound semiconductor substrate 35, as shown in drawing 11 . The upper part of p mold cladding layer 39 of the center of a laminated structure is processed into the

ridge-like stripe to which the both-ends side of laser cavity structure is connected, and the both sides of a ridge-like stripe function as a current block layer 40 by pn junction, for example, are embedded by the n mold GaAs layer. p mold cap layer 41 is formed on p mold cladding layer 39 of a stripe, and the current block layer 40. As a p lateral electrode 42, the multilevel-metal film of Ti/Pt/Au is formed on the cap layer 41, and is carrying out ohmic contact with the cap layer 41. Moreover, the multilevel-metal film of AuGe/nickel/Au is formed in the rear face of a substrate 34 as an n lateral electrode 43.

[0007] The semiconductor laser component which was shown in drawing 11 from drawing 9 , respectively and which has the 1st to 3rd energy-efficiency-ized structure has the high effectiveness of a current constriction, eye current \*\*\*\*\*, or optical confinement, and, generally it is evaluated as outstanding laser cavity structure with high energy efficiency.

[0008]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, in the stripe of laser cavity structure, I hear that it is easy to concentrate energy, and the current constriction effectiveness, the current locked-in effect, or the optical confinement effectiveness in the case of current impregnation is sometimes high, if it puts in

another way. Therefore, when the phenomenon (henceforth a surge) in which a big current flows in laser cavity structure suddenly arises from the exterior according to various unexpected factors, a current will concentrate on a stripe at a stretch, consequently light will concentrate on the barrier layer field under a stripe, and phenomena, such as end-face destruction of laser cavity structure or instant optical damage, become easy to happen. Furthermore, if it says, in order to prevent a current powerfully, it will much more be easy to concentrate a current on a stripe by insulator-layer-izing, insulator layer formation, the current block stratification, etc. out of a stripe in the cases, such as a surge, fundamentally.

[0009] That is, on the other hand, the semiconductor laser component which the effectiveness of a current constriction, eye current \*\*\*\*\*, or optical confinement equipped with high structure has low surge pressure-proofing, and since the cure of the surge resulting from static electricity, the electrical and electric equipment/electronic circuitry, etc. is needed, it can be said to be being the semiconductor laser laser with low stability of operation which is hard to deal with it. On the other hand, in order to attain transverse-mode simplification, the reduction in the operating current, a high increase in power, etc., performing a

current constriction, and a current/optical confinement cannot satisfy the laser property usually searched for as the semiconductor laser for optical pickups of an optical disk unit, or semiconductor laser for laser beam printers required, for example. therefore, the current constriction structure of a laser cavity -- it shuts up, and structure is required structure fundamentally and cannot be changed sharply.

[0010] The semiconductor laser component with which are satisfied of the both sides of having the energy-efficiency-ized structure of having the current constriction effectiveness, a current locked-in effect, the optical confinement effectiveness, etc., and making surge pressure-proofing high was not found in the conventional semiconductor laser component so that the above explanation might show. Then, it solves such a problem, has the energy-efficiency-ized structure of having the current constriction effectiveness, a current locked-in effect, the optical confinement effectiveness, etc., and moreover, the purpose of this invention has high surge pressure-proofing, and is offering the semiconductor laser component which is easy to deal with it.

[0011]

[Means for Solving the Problem] In order to attain the above-mentioned purpose,

it is characterized by the semiconductor laser component concerning this invention consisting of the 1st polar zone in which the electrode which was prepared on the laminated structure of a compound semiconductor, and which consists of a metal membrane carries out ohmic contact with the maximum upper layer of a laminated structure, and the 2nd polar zone which carries out Schottky contact to a layer with the low carrier concentration of a laminated structure.

[0012] This invention can be applied to the presentation of the compound semiconductor layer which constitutes semiconductor laser without constraint, for example, can be applied to the laminated structure of various compound semiconductor layers, such as an AlGaInP system, an AlGaAs system, a GaInAsP system, an AlGaInAs system, a ZnSe system, and a GaN system. p mold or n mold is sufficient as the conductivity type of the maximum upper layer in which the 1st polar zone carries out ohmic contact, and the layer in which the 2nd polar zone carries out Schottky contact. however, the layer which carries out Schottky contact although it is desirable that it is the same conductivity type as for both conductivity type -- concentration -- even if it is i low layers (intrinsic layer) -- furnace \*\*\*\*\*. Moreover, p lateral electrode or n lateral electrode of a

semiconductor laser component is sufficient as the electrode of this invention, there is no constraint also in the presentation of a metal membrane, for example, the multilevel-metal film of conventional Ti/Pt/Au can be suitably used as a p lateral electrode.

[0013] With the semiconductor laser component concerning this invention, the 1st polar zone which is carrying out ohmic contact, and the 2nd polar zone which is carrying out Schottky contact by the above configuration Since the 2nd electrode field which the electrical-potential-difference difference at the time of passing a direct current is large, and is moreover carrying out Schottky contact has a current inhibition function, at the time of the usual laser actuation (at the time of a direct-current drive) A current is poured into a current impregnation field (stripe section) only from the 1st polar zone which a current is not poured in from the 2nd polar zone and is carrying out ohmic contact. Therefore, the good current constriction effectiveness is shown. On the other hand, also from the 2nd electrode which is carrying out Schottky contact, a current comes to pass, and it is hard coming to concentrate a current on the stripe section, therefore hard coming to also concentrate light on the barrier layer field under a stripe at the time of the surge to which unexpected surge voltage (current) etc. was

impressed. Therefore, the end-face destruction at the time of a surge etc. does not arise. It is equivalent to the case where a current with a high frequency (electrical potential difference) is impressed, at the time of a surge, and a shot key surface of action is work like the capacitor which is easy to let a high frequency component pass, and will be in the condition of being easy to pass along the high frequency current. That is, it can be estimated that the semiconductor laser component concerning this invention is a semiconductor laser component with easy handling by which actuation was stabilized since surge pressure-proofing becomes high.

[0014] In the suitable embodiment of this invention, the 1st polar zone is formed on the high cap layer of the carrier concentration prepared as the maximum upper layer of the ridge-like stripe formed in the laminated structure, and the 2nd polar zone is formed on the up cladding layer with carrier concentration lower than the cap layer prepared beside the stripe along with the stripe. For example, in this mode, the carrier concentration of a cap layer has desirable or more  $[1 \times 10^{19} \text{cm}^{-3}]$  extent, and, on the other hand, the carrier concentration of an up cladding layer has the desirable range of or less  $[1 \text{ or more} / 5 \times 10^{17} \text{cm}^{-3} / 2 \times 10^{18} / -]$  extent.

[0015] There is no constraint in the height of a ridge-like stripe. For example, also by gain guide mold laser with the low ridge height of a stripe, the ridge height of a stripe may be high and the pulsation mold laser which adjusted the ridge height of a stripe conversely also by the index guide mold laser etched to the location where the refractive-index difference over a laser beam becomes large enough so that so greatly [ the refractive-index difference over a laser beam might be small or ] may be used.

[0016] In the suitable embodiment of this invention, the both ends of a ridge-like stripe are formed in the shape of [ which stripe width of face is reducing toward the end face of laser cavity structure from the center section of the stripe ] a taper. Thereby, since the current density inside a stripe can be lowered, surge pressure-proofing becomes high further. Especially, the design of a stripe configuration can apply suitable for important gain guide mold laser.

[0017] Moreover, in the another suitable embodiment of this invention, the both ends of a ridge-like stripe are formed in the shape of [ which stripe width of face has expanded toward the end face of laser cavity structure from the center section of the stripe ] a flare. Thereby, since the end-face light consistency of laser cavity structure can be lowered, surge pressure-proofing becomes high

further. Especially, it is suitably applicable to the high efficient index guide mold laser of eye current \*\*\*\*\* and optical confinement.

[0018] As long as the configuration of an electrode has the 1st polar zone and 2nd polar zone by this invention, in addition to the 1st polar zone and 2nd polar zone, the electrode which constraint does not have, for example, consists of a metal membrane may be equipped with the 3rd polar zone arranged through the insulator layer on the up cladding layer 2nd beside the polar zone. Since the 1st polar zone and 3rd polar zone are in the almost same height from a laser substrate in case such electrode structure turns a stripe side to a mounting substrate and mounts a semiconductor laser component in a mounting substrate, mounting becomes easy. Moreover, in addition to the 1st polar zone and 2nd polar zone, the electrode with which the electrode which consists of a metal membrane consists of a metal membrane may equip the field which adjoins 2nd beside the polar zone with the 4th polar zone currently formed on the cap layer through the insulator layer. Since the 1st polar zone and 3rd polar zone are in the almost same height from a laser substrate in case such electrode structure turns a stripe side to a mounting substrate and mounts a semiconductor laser component in a mounting substrate, mounting becomes easy.

[0019] The production approach (henceforth the 1st invention approach) of the semiconductor laser component concerning this invention applied in case the semiconductor laser component mentioned above is produced The process which forms the laminated structure which has the high cap layer of carrier concentration as the maximum upper layer on a compound semiconductor substrate, The etching process which exposes an up cladding layer beside a stripe while etching a laminated structure and forming a cap layer in a ridge-like stripe at least, It is characterized by having the process which forms the electrode which consists of a metal membrane on a cap layer and the exposed up cladding layer.

[0020] The another production approach (henceforth the 2nd invention approach) of the semiconductor laser component concerning this invention applied in case the semiconductor laser component which has the 3rd polar zone mentioned above is produced The process which forms the laminated structure which has the high cap layer of carrier concentration as the maximum upper layer on a compound semiconductor substrate, The etching process which exposes an up cladding layer beside a stripe while etching a laminated structure and forming a cap layer in a ridge-like stripe at least, Except for the up

cladding layer field which met beside the stripe, it is characterized by having the process which forms the electrode which consists of a metal membrane on the exposed up cladding layer and an insulator layer the process which forms an insulator layer on the exposed up cladding layer, and on the cap layer.

[0021] The another production approach (henceforth the 3rd invention approach) of the semiconductor laser component concerning this invention applied in case the semiconductor laser component which has the 4th polar zone mentioned above is produced The process which forms the laminated structure which has the high cap layer of carrier concentration as the maximum upper layer on a compound semiconductor substrate, A laminated structure is etched except for the edge of the direction which intersects perpendicularly with the line which connects the both-ends side of laser cavity structure. The process which exposes an up cladding layer to the field which met beside the stripe while forming a cap layer in a ridge-like stripe at least, It is characterized by having the process which forms the electrode which consists of a metal membrane on the exposed up cladding layer and an insulator layer the process which forms an insulator layer in the field except the exposed stripe and up cladding layer top, and on the cap layer.

[0022]

[Embodiment of the Invention] Below, with reference to an accompanying drawing, this invention is explained more at a detail based on the example of an operation gestalt.

The example of the one example operation gestalt of an operation gestalt of a semiconductor laser component is an example of the operation gestalt of the semiconductor laser component concerning this invention, and drawing 1 is the sectional view showing the configuration of the semiconductor laser component of this example of an operation gestalt. The semiconductor laser component 50 of this example of an operation gestalt is equipped with the laminated structure of the n mold GaInP buffer layer 52 which carried out epitaxial growth, the n mold AlGaInP cladding layer 53, the barrier layer 54 which consists of multiplex quantum well structure (MQW) of GaInP, the p mold AlGaInP cladding layer 55, the p mold Ga InP interlayer 56, and the p mold GaAs cap layer 57 one by one on the n mold GaAs substrate 51, as shown in drawing 1 . The upper part of p mold cladding layer 55, the p mold Ga InP middle class 56, and the p mold GaAs cap layer 57 are formed as ridge-like stripe geometry (simply henceforth the stripe section) 58 which connects the both-ends side of laser cavity structure,

and serve as a current impregnation field of a laminated structure. Furthermore, the multilevel-metal film of Ti/Pt/Au of a configuration which straddled p mold cap layer 57 which extends p mold cap layer 57 top, and reaches subsequently to p mold cladding layer 55 top from on p mold cladding layer 55 as a p lateral electrode 59 is formed. Moreover, the multilevel-metal film of AuGe/nickel/Au is formed in the rear face of a substrate 51 as an n lateral electrode 60.

[0023] The p lateral electrode 59 is constituted from the 2nd polar-zone 59b which is carrying out Schottky contact to 1st polar-zone 59a which is carrying out ohmic contact by the semiconductor laser component 50 of this example of an operation gestalt. 1st polar-zone 59a is carrying out ohmic contact with the p mold GaAs layer cap layer 72 with the high carrier concentration formed as the maximum upper layer of the stripe section 58 used as a current impregnation field. On the other hand, in the field except the stripe section 58, 2nd polar-zone 59b touches p mold cladding layer 55 with low carrier concentration, and does not become ohmic contact, but has become Schottky contact.

[0024] With the above electrode configuration, current impregnation is carried out by the difference of the potential barrier of ohmic contact and Schottky contact only from the 1st polar-zone 59a below with a fixed electrical potential

difference, and current impregnation is carried out from the both sides of the 1st polar-zone 59a and 2nd polar-zone 59b above a fixed electrical potential difference. That is, a current can be poured only into the stripe section (current impregnation field) 58 which is carrying out ohmic contact at the time of the usual laser actuation (at the time of a direct-current drive), and it operates in the good laser property which shows high current efficiency. On the other hand, when unexpected surge voltage (current) etc. impresses, a current comes to pass also by the shot key surface of action, and it is hard coming to concentrate a current on the stripe section, and hard coming to also concentrate light on the barrier layer 54 of the field directly under the stripe section. For example, when a current with a high frequency (electrical potential difference) is impressed by the high voltage, a shot key surface of action is work like the capacitor which is easy to let a high frequency component pass, and will be in the condition of being easy to pass along the high frequency current. That is, since surge pressure-proofing of a semiconductor laser component will become high, it becomes the semiconductor laser component with easy high stability of operation of handling.

[0025] Moreover, since the stripe section 58 is not embedded by an insulator

layer etc. and stress cannot act on the stripe section 58 easily, operational reliability is also excellent in this example of an operation gestalt. In addition, although the gain guide mold laser which made shallow the etching depth of p mold cladding layer 55 besides the stripe section 58 is assumed in this example of an operation gestalt, it is applicable to index guide mold laser, pulsation mold laser, etc. with control of the etching depth. For example, the etching depth is made deep enough, and if it etches to the location where the refractive-index difference over a laser beam becomes large enough, index guide mold laser is producible. Moreover, if it controls in the etching depth so greatly [ the refractive-index difference over a laser beam is small, or ], the pulsation mold laser of what also needs to pay consideration to the structure of a barrier layer will be obtained. in addition, these types of semiconductor laser component -- \*\*\*\* -- it is easily realizable by general resonator design.

[0026] The example of the one example operation gestalt of an operation gestalt of the formation approach of a semiconductor laser component is an example of the operation gestalt which applied the production approach of the semiconductor laser component concerning the 1st invention approach to production of the above-mentioned semiconductor laser component 50, and it is

a sectional view for every process at the time of (c) producing a semiconductor laser component by the approach of this example of an operation gestalt from drawing 2 (a). first, it is shown in drawing 2 (a) -- as -- MOCVD -- with epitaxial grown methods, such as law, on the n mold GaAs substrate 51, epitaxial growth of the n mold GaInP buffer layer 52, the n mold AlGaInP cladding layer 53, the barrier layer 54 that consists of multiplex quantum well structure (MQW) of GaInP, the p mold AlGaInP cladding layer 55, the p mold GaInP interlayer 56, and the p mold GaAs cap layer 57 is carried out one by one, and the laminated structure of semiconductor laser is formed.

[0027] Subsequently, as shown in drawing 2 (b), by the wet etching method, the upper layer of p mold cap layer 57, the p mold GaInP middle class 56, and p mold cladding layer 55 is etched, and while forming the stripe section 58 which consists of the upper layer of p mold cladding layer 55, the p mold GaInP middle class 56, and a p mold cap layer 57, p mold cladding layer 55 is exposed on both sides of the stripe section 58. In this example of an operation gestalt, as the configuration of a stripe is shown in drawing 2 (c), stripe width of face is a fixed straight configuration.

[0028] Next, the multilevel-metal film is etched, the p lateral electrode 59 is

formed, patterning of the multilevel-metal film of AuGe/nickel/Au is further formed and carried out to the rear face of a substrate 51, and the n lateral electrode 60 is formed so that the multilevel-metal film of Ti/Pt/Au may be made to vapor-deposit all over a substrate and it may become a configuration over p mold cladding layer 55 top from on p mold cladding layer 55 through the stripe section 58 top. Thereby, the semiconductor laser component 50 shown in drawing 1 is producible.

[0029] According to the approach of this example of an operation gestalt, the semiconductor laser component 50 can be produced in an above very simple process, therefore it is advantageous compared with the production approach of the semiconductor laser component conventional also at points, such as a product yield and a manufacturing cost.

[0030] The example of the one example alteration of an alteration of the semiconductor laser component of the example 1 of an operation gestalt is an example of an alteration of the semiconductor laser component 50 of the example 1 of an operation gestalt, and drawing 3 (a) and (b) are the perspective views and plans of a semiconductor laser component of this example of an alteration, respectively. It replaces with the slate configuration of the stripe

section 58 of the semiconductor laser component 50 of the example 1 of an  
 operation gestalt with the semiconductor laser component 62 of this example of  
 an alteration. The stripe section 63 <A HREF -- = -- " -- /-- Tokujitu/tjitemdrw . --  
 ipdl?N -- 0000 -- = -- 239 -- & -- N -- 0500 -- = -- one -- E\_N -- /--; -- > -- < -- ? -- >  
 -- : -- seven -- : -- > -- /-- /-- /-- & -- N -- 0001 -- = -- 823 -- & -- N -- 0552 -- = -- nine  
 -- & -- N -- 0553 -- = -- 000005 -- " -- TARGET -- = -- "tjitemdrw" -- > -- drawing 3  
 -- (a) And as shown in (b), it is prepared in straight center-section 63a of a  
 configuration, and the both ends of the stripe section 68, respectively, and has  
 taper section 63b which the width of face of a stripe reduces toward a tip from  
 center-section 63a. the semiconductor laser component 62 of this example of an  
 alteration should be involved with a transverse-mode design -- since the current  
 density inside a stripe can be lowered by setting the both ends of \*\* and the  
 stripe section 73 to taper section 63b, compared with the semiconductor laser  
 component 50 of the example 1 of an operation gestalt, surge pressure-proofing  
 can be further made high. Especially, the design of a stripe configuration can  
 apply suitable for important gain guide mold laser. It can be said that the  
 structure of the example 1 of an alteration is simple structure like [ without  
 changing fundamentally the production process of the example 1 of an operation

gestalt ] the easily realizable example 1 of an operation gestalt.

[0031] The example of the two example alteration of an alteration of the semiconductor laser component of the example 1 of an operation gestalt is an example of an alteration of the semiconductor laser component 50 of the example 1 of an operation gestalt, and drawing 4 (a) and (b) are the perspective views and plans of a semiconductor laser component of this example of an alteration, respectively. With the semiconductor laser component 64 of this example of an alteration, it replaces with the slate configuration of the stripe section 58 of the semiconductor laser component 50 of the example 1 of an operation gestalt, and the stripe section 65 is formed in straight center-section 65a of a configuration, and the both ends of the stripe section 65, respectively, as shown in drawing 4 (a) and (b), and it has flare section 65b which the width of face of a stripe expands toward a tip from center-section 65a. the semiconductor laser component 64 of this example of an alteration should be involved with a transverse-mode design and an end-face light consistency design -- since the end-face light consistency of laser cavity structure can be lowered by setting the both ends of \*\* and the stripe section 65 to flare section 65b, compared with the semiconductor laser component 50 of the example 1 of an operation gestalt,

surge pressure-proofing can be further made high. Especially, it is suitably applicable to the high efficient index guide mold laser of eye current \*\*\*\*\* and optical confinement. It can be said that the structure of the example 2 of an alteration is simple structure like [ without changing fundamentally the production process of the example 1 of an operation gestalt ] the easily realizable example 1 of an operation gestalt.

[0032] The example of the two example operation gestalt of an operation gestalt of a semiconductor laser component is another example of the operation gestalt of the semiconductor laser component concerning this invention, and drawing 5 is the sectional view showing the configuration of the semiconductor laser component of this example of an operation gestalt. The semiconductor laser component 68 of this example of an operation gestalt is equipped with the laminated structure of the n mold GaInP buffer layer 70 which carried out epitaxial growth, the n mold AlGaInP cladding layer 71, the barrier layer 72 which consists of multiplex quantum well structure (MQW) of GaInP, the p mold AlGaInP cladding layer 73, the p mold Ga InP interlayer 74, and the p mold GaAs cap layer 75 one by one on the n mold GaAs substrate 69, as shown in drawing 5 .

[0033] In the center section of the laminated structure, the upper part of p mold cladding layer 73, p mold interlayer 74, and p mold cap layer 75 are formed as the stripe section 76, and serve as a current impregnation field of a laminated structure. In the field in alignment with the stripe section 76 of the both sides of the stripe section 76, p mold cladding layer 73 is exposed, and it is an insulator layer 2, for example, SiO, in the outside field of the exposed region of p mold cladding layer 73. The film 77 is formed on p mold cladding layer 73. And SiO<sub>2</sub> The film 77, p mold cladding layer 73, and stripe section 76 \*\* are covered, and the multilevel-metal film of Ti/Pt/Au is formed as a p lateral electrode 78. Moreover, the multilevel-metal film of AuGe/nickel/Au is formed in the rear face of a substrate 69 as an n lateral electrode 79.

[0034] The 2nd polar-zone 78b and SiO<sub>2</sub> in which the p lateral electrode 78 is carrying out Schottky contact to 1st polar-zone 78a which is carrying out ohmic contact with the semiconductor laser component 68 of this example of an operation gestalt It consists of the 3rd polar-zone 78c on the film 77. 1st polar-zone 78a is carrying out ohmic contact with the p mold GaAs layer cap layer 75 with the high carrier concentration formed as the maximum upper layer of the stripe section 76 used as a current impregnation field. On the other hand,

in the field of the both sides of the stripe section 76, 2nd polar-zone 78b touches p mold cladding layer 73 with low carrier concentration, and does not become ohmic contact, but has become Schottky contact.

[0035] Therefore, like the semiconductor laser component 50 of the example 1 of an operation gestalt, at the time of the usual laser actuation, a current can be poured only into the current impregnation field which is carrying out ohmic contact, and a current constriction is performed according to the difference of the potential barrier with the semiconductor laser component 68 of this example of an operation gestalt. Moreover, it has the structure of having high surge pressure-proofing, like the semiconductor laser component 50 of the example 1 of an operation gestalt by the existence of a field which is carrying out Schottky contact to the p lateral electrode 78.

[0036] It differs in the example 1 of an operation gestalt, and, as for this example of an operation gestalt, in addition to the 1st polar-zone 78a and 2nd polar-zone 78b which is carrying out Schottky contact in which the insulator layer 77 is formed in the both sides of the stripe section 76, and the p lateral electrode 78 is carrying out ohmic contact, has 3rd polar-zone 78c on an insulator layer 77 further. Thereby, in this example of an operation gestalt, since 3rd polar-zone

78c has the almost same height as 1st polar-zone 78a of the stripe section 76, in case it joins by solder in respect of a stripe and mounts on a mounting substrate, the unnecessary force stops being able to act on the stripe section 76 easily, and improvement in assembly stability or dependability etc. can be expected. In addition, the both ends of the stripe section 76 can be made into the shape of the shape of a taper, and a flare in this example of an operation gestalt as well as the examples 1 and 2 of an alteration of the example 1 of an operation gestalt, without changing a process in any way.

[0037] The example of the two example operation gestalt of an operation gestalt of the production approach of a semiconductor laser component is an example of the operation gestalt which applied the production approach of the semiconductor laser component concerning the 2nd invention approach to the above-mentioned semiconductor laser component 68, and it is a sectional view for every process at the time of (c) producing a semiconductor laser component by the approach of this example of an operation gestalt from drawing 6 (a), respectively. this example of an operation gestalt shows to drawing 6 (a) first -- as -- MOCVD -- with epitaxial grown methods, such as law, on the n mold GaAs substrate 69, epitaxial growth of the n mold GaInP buffer layer 70, the n mold

AlGaInP cladding layer 71, the barrier layer 72 that consists of multiplex quantum well structure (MQW) of GaInP, the p mold AlGaInP cladding layer 73, the p mold GaInP interlayer 74, and the p mold GaAs cap layer 75 is carried out one by one, and the laminated structure of semiconductor laser is formed.

[0038] Subsequently, as shown in drawing 6 (b), by the wet etching method, the upper layer of p mold cap layer 75, the p mold GaInP middle class 74, and p mold cladding layer 73 is etched, and while forming the stripe section 76 which consists of the upper layer of p mold cladding layer 73, the p mold GaInP middle class 74, and a p mold cap layer 75, p mold cladding layer 73 is exposed on both sides of the stripe section 76. In this example of an operation gestalt, the stripe section 76 is a straight configuration with fixed stripe width of face.

[0039] Next, it is SiO<sub>2</sub> to the whole substrate surface. It is SiO<sub>2</sub> to the field which formed the film, and was made to expose p mold cladding layer 73 to the both sides of p mold cap layer 75 on the stripe section 76, and the stripe section 76 along with the stripe section 76, and was isolated from the stripe section 76. Patterning is carried out so that the film 77 may be formed. Subsequently, the multilevel-metal film of Ti/Pt/Au is made to vapor-deposit all over a substrate, and it is SiO<sub>2</sub>. It passes through p mold cladding layer 73 on p mold cladding

layer 73 and the stripe section 76 from on the film 77, and is SiO<sub>2</sub>. The multilevel-metal film is etched, the p lateral electrode 78 is formed, patterning of the multilevel-metal film of AuGe/nickel/Au is further formed and carried out to the rear face of a substrate 69, and the n lateral electrode 79 is formed so that it may reach on the film 77. Thereby, the semiconductor laser component 68 shown in drawing 5 is producible.

[0040] The example of the three example operation gestalt of an operation gestalt of a semiconductor laser component is still more nearly another example of the operation gestalt of the semiconductor laser component concerning this invention, and drawing 7 is the sectional view showing the configuration of the semiconductor laser component of this example of an operation gestalt. The semiconductor laser component 80 of this example of an operation gestalt is equipped with the laminated structure of the n mold GaInP buffer layer 82 which carried out epitaxial growth, the n mold AlGaInP cladding layer 83, the barrier layer 84 which consists of multiplex quantum well structure (MQW) of GaInP, the p mold AlGaInP cladding layer 85, the p mold Ga InP interlayer 86, and the p mold GaAs cap layer 87 one by one on the n mold GaAs substrate 81, as shown in drawing 7.

[0041] In the center section of the laminated structure, the upper part of p mold cladding layer 85, p mold interlayer 86, and p mold cap layer 87 are formed as the stripe section 88, and serve as a current impregnation field of a laminated structure. Moreover, the mesa section 89 of the same structure is formed in the field isolated from the stripe section 88 of the both sides of the stripe section 88, and it is an insulator layer 2, for example, SiO<sub>2</sub>, in p mold cap layer 87 top of the mesa section 89, and a side attachment wall. The film 90 is formed. Between the stripe section 88 and the mesa section 89, p mold cladding layer 85 is exposed along with the stripe section 88. And SiO<sub>2</sub> The film 90, p mold cladding layer 85, and stripe section 88 \*\* are covered, and the multilevel-metal film of Ti/Pt/Au is formed as a p lateral electrode 91. Moreover, the multilevel-metal film of AuGe/nickel/Au is formed in the rear face of a substrate 81 as an n lateral electrode 92.

[0042] The 2nd polar-zone 91b and SiO<sub>2</sub> in which the p lateral electrode 91 is carrying out Schottky contact to 1st polar-zone 91a which is carrying out ohmic contact with the semiconductor laser component 80 of this example of an operation gestalt It consists of the 4th polar-zone 91c on the film 90. 1st polar-zone 91a is carrying out ohmic contact with the p mold GaAs layer cap

layer 87 with the high carrier concentration formed as the maximum upper layer of the stripe section 88 used as a current impregnation field. On the other hand, in the field between the stripe section 88 and the mesa section 89, since 2nd polar-zone 91b touches p mold cladding layer 85 with low carrier concentration, ohmic contact does not become but is Schottky contact.

[0043] Therefore, like the semiconductor laser component 50 of the example 1 of an operation gestalt, at the time of the usual laser actuation, a current can be poured only into the current impregnation field which is carrying out ohmic contact, and a current constriction is performed according to the difference of the potential barrier with the semiconductor laser component 80 of this example of an operation gestalt. Moreover, it has the structure of having high surge pressure-proofing, like the semiconductor laser component 50 of the example 1 of an operation gestalt by the existence of a field which is carrying out Schottky contact to the p lateral electrode 91. In addition, the both ends of the stripe section 76 can be made into the shape of the shape of a taper, and a flare in this example of an operation gestalt as well as the examples 1 and 2 of an alteration of the example 1 of an operation gestalt, without changing a process in any way.

[0044] Furthermore, in this example of an operation gestalt, since the mesa

section 89 is formed in the both sides of the stripe section 88 and it has the almost same height as the stripe section 89, in case it joins by solder in respect of a stripe and mounts on a mounting substrate like the example 2 of an operation gestalt, the unnecessary force stops being able to act on the stripe section 88 easily, and improvement in assembly stability or dependability etc. can be expected. In addition, this example of an operation gestalt is easier to form the height of the outside of the stripe section 88 in the same height as the stripe section 88 than the example 2 of an operation gestalt by adjusting the thickness of an insulator layer 90, when the etching depth is deep (i.e., even when the height of the stripe section 88 is high).

[0045] The example of the three example operation gestalt of an operation gestalt of the production approach of a semiconductor laser component is an example of the operation gestalt which applied the production approach of the semiconductor laser component concerning the 3rd invention approach to the above-mentioned semiconductor laser component 80, and it is a sectional view for every process at the time of (c) producing a semiconductor laser component by the approach of this example of an operation gestalt from drawing 8 (a). this example of an operation gestalt shows to drawing 8 (a) first -- as -- MOCVD --

with epitaxial grown methods, such as law, on the n mold GaAs substrate 81, epitaxial growth of the n mold GaInP buffer layer 82, the n mold AlGaInP cladding layer 83, the barrier layer 84 that consists of multiplex quantum well structure (MQW) of GaInP, the p mold AlGaInP cladding layer 85, the p mold GaInP interlayer 86, and the p mold GaAs cap layer 87 is carried out one by one, and the laminated structure of semiconductor laser is formed.

[0046] Subsequently, as shown in drawing 8 (b), the upper layer of p mold cap layer 87, the p mold GaInP middle class 86, and p mold cladding layer 85 is etched by the wet etching method. It is isolated on both sides of the stripe section 88 which consists of the upper layer of p mold cladding layer 85, a p mold GaInP interlayer 86, and a p mold cap layer 87, and the stripe section 88. The same mesa section 89A of layer structure, While forming B, p mold cladding layer 85 is exposed between the stripe section 88, and mesa section 89A and B. In this example of an operation gestalt, the stripe section 88 is a straight configuration with fixed stripe width of face.

[0047] Next, it is SiO<sub>2</sub> to the whole substrate surface. Patterning of the film is formed and carried out and it is SiO<sub>2</sub> to p mold cap layer 87 top of the mesa section 89, and a side attachment wall. The film 90 is formed. Subsequently, the

multilevel-metal film of Ti/Pt/Au is made to vapor-deposit all over a substrate, and it is SiO<sub>2</sub> of mesa section 89A. From the film 90 to p mold cladding layer 85 top It passes through stripe section 88 and p mold cladding layer 85 top, and is SiO<sub>2</sub> of mesa section 89b. So that it may reach on the film 90 The multilevel-metal film is etched, the p lateral electrode 91 is formed, patterning of the multilevel-metal film of AuGe/nickel/Au is further formed and carried out to the rear face of a substrate 81, and the n lateral electrode 92 is formed. Thereby, the semiconductor laser component 80 shown in drawing 7 is producible.

[0048] In explanation of the example 1 of an operation gestalt to the example 3 of an operation gestalt of a semiconductor laser component and its production approach, although explained taking the case of the semiconductor laser component of an AlGaInP system, this invention is easily applicable also to semiconductor laser components of various presentation systems, such as an AlGaAs system, a GaInAsP system, an AlGaInAs system, a ZnSe system, and a GaN system. Moreover, unless it deviates from the summary of this invention, this invention is applicable to different various laser structures from the example of an operation gestalt, and the production approach of those.

[0049]

[Effect of the Invention] According to this invention, the following effectiveness is done so by constituting the electrode which was prepared on the laminated structure of semiconductor laser and which consists of a metal membrane from the 1st polar zone which carries out ohmic contact with the maximum upper layer of a laminated structure, and the 2nd polar zone which carries out Schottky contact to a layer with the low carrier concentration of a laminated structure. Since the 1st polar zone which is carrying out ohmic contact, and the 2nd polar zone which is carrying out Schottky contact have the large electrical-potential-difference difference at the time of passing a direct current, at the time of the usual laser actuation (at the time of a direct-current drive), a current flows only to the 1st polar zone which is carrying out ohmic contact, and it operates in the good big laser property of the current constriction effectiveness. On the other hand, since a current is poured in also from the 2nd polar zone which carries out Schottky contact when an unexpected surge etc. impresses, it is hard coming to concentrate a current on the stripe section. That is, surge pressure-proofing of a semiconductor laser component becomes high, and serves as laser with easy high stability of operation of handling. For example, at the time of the surge to which the current with a high frequency (electrical

potential difference) was impressed, the 2nd polar zone is work like through or a cone capacitor about a high frequency component, and it becomes easy to pass along the high frequency current. Furthermore, surge pressure-proofing can be made still higher by making the end shape of the stripe section into the shape of a taper, or making it into the shape of a flare. Moreover, this invention approach has realized the approach of producing the semiconductor laser component which starts this invention by the small process routing counter, and since component structure and the process are easy, it is excellent in points, such as a product yield and a manufacturing cost, compared with the conventional thing.

---

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the sectional view showing the configuration of the semiconductor laser component of the example 1 of an operation gestalt.

[Drawing 2] It is a sectional view for every process at the time of (c) producing a semiconductor laser component by the approach of the example 1 of an operation gestalt from drawing 2 (a).

[Drawing 3] Drawing 3 (a) and (b) are the perspective views and plans of a semiconductor laser component of the example 1 of an alteration, respectively.

[Drawing 4] Drawing 4 (a) and (b) are the perspective views and plans of a semiconductor laser component of the example 2 of an alteration, respectively.

[Drawing 5] It is the sectional view showing the configuration of the semiconductor laser component of the example 2 of an operation gestalt.

[Drawing 6] It is a sectional view for every process at the time of (c) producing a semiconductor laser component by the approach of the example 2 of an operation gestalt from drawing 6 (a), respectively.

[Drawing 7] It is the sectional view showing the configuration of the semiconductor laser component of the example 3 of an operation gestalt.

[Drawing 8] It is a sectional view for every process at the time of (c) producing a semiconductor laser component by the approach of the example 3 of an operation gestalt from drawing 8 (a), respectively.

[Drawing 9] It is the sectional view showing the configuration of the semiconductor laser component of the 1st conventional structure.

[Drawing 10] It is the sectional view showing the configuration of the semiconductor laser component of the 2nd conventional structure.

[Drawing 11] It is the sectional view showing the configuration of the semiconductor laser component of the 3rd conventional structure.

#### [Description of Notations]

10 .... The semiconductor laser component of the 1st conventional structure, 11 ...  
n mold compound semiconductor substrate, 12 .... n mold buffer layer, 13 .. n  
mold cladding layer, 14 .. Barrier layer, 15 .... p mold cladding layer, 16 .. p mold

cap layer, 17 .. Insulation-ized field, 18 [ .. The semiconductor laser component of the 2nd conventional structure, ] .... An insulator layer, 19 .. p lateral electrode, 20 .. n lateral electrode, 22 23 .... n mold compound semiconductor substrate, 24 .. n mold buffer layer, 25 .. n mold cladding layer, 26 .... A barrier layer, 27 .. p mold cladding layer, 28 .. p mold cap layer, 29 [ .. The semiconductor laser component of the 3rd conventional structure, ] .... An insulator layer, 30 .. p lateral electrode, 31 .. n lateral electrode, 34 35 .... n mold compound semiconductor substrate, 36 .. n mold buffer layer, 37 .. n mold cladding layer, 38 .... A barrier layer, 39 .. p mold cladding layer, 40 .. Current block layer, 41 [ .. The semiconductor laser component of the example 1 of an operation gestalt, ] .... p mold cap layer, 42 .. p lateral electrode, 43 .. n lateral electrode, 50 51 .... An n mold GaAs substrate, 52 .. An n mold GaInP buffer layer, 53 .. n mold AlGaInP cladding layer, 54 .... The barrier layer which consists of multiplex quantum well structure (MQW) of GaInP, 55 .... A p mold AlGaInP cladding layer, 56 .. p mold Ga InP interlayer, 57 .... A p mold GaAs cap layer, 58 .. The stripe section, 59 .. p lateral electrode, 59a .... The 1st polar zone, 59b .. The 2nd polar zone, 60 .. n lateral electrode, 62 .... The semiconductor laser component of the example 1 of an alteration, 63 .. The stripe section, 63a .. Center section, 63b ....

The taper section, 64 .. The semiconductor laser component of the example 2 of  
 an alteration, 65 .. Stripe section, 65a .... A center section, 65b .. The flare  
 section, 68 .. The semiconductor laser component of the example 2 of an  
 operation gestalt, 69 .... An n mold GaAs substrate, 70 .. An n mold GaInP buffer  
 layer, 71 .. n mold AlGaInP cladding layer, 72 .... The barrier layer which consists  
 of multiplex quantum well structure (MQW) of GaInP, 73 .... A p mold AlGaInP  
 cladding layer, 74 .. p mold Ga InP interlayer, 75 [ Film, ] .... A p mold GaAs cap  
 layer, 76 .. The stripe section, 77 .. SiO<sub>2</sub> 78 .... p lateral electrode, 78a .. The 1st  
 polar zone, 78b .. The 2nd polar zone, 78c .... The 3rd polar zone, 79 .. n lateral  
 electrode, 80 .. The semiconductor laser component of the example 3 of an  
 operation gestalt, 81 .... An n mold GaAs substrate, 82 .. An n mold GaInP buffer  
 layer, 83 .. n mold AlGaInP cladding layer, 84 .... The barrier layer which consists  
 of multiplex quantum well structure (MQW) of GaInP, 85 .... A p mold AlGaInP  
 cladding layer, 86 .. p mold Ga InP interlayer, 87 [ .. SiO<sub>2</sub> / The film, 91 / .. The  
 2nd polar zone, 91c / .. The 4th polar zone, 92 / .. n lateral electrode / .. p lateral  
 electrode, 91a .. The 1st polar zone 91b ] .... A p mold GaAs cap layer, 88 .. The  
 stripe section, 89 .. The mesa section, 90

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-15851

(P2001-15851A)

(43) 公開日 平成13年1月19日 (2001.1.19)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テームコード\* (参考)

H 0 1 S 5/042  
5/22

H 0 1 S 3/18

6 2 4 5 F 0 7 3  
6 6 2

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平11-187760

(22) 出願日 平成11年7月1日 (1999.7.1)

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 根本 和彦

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ  
ー株式会社内

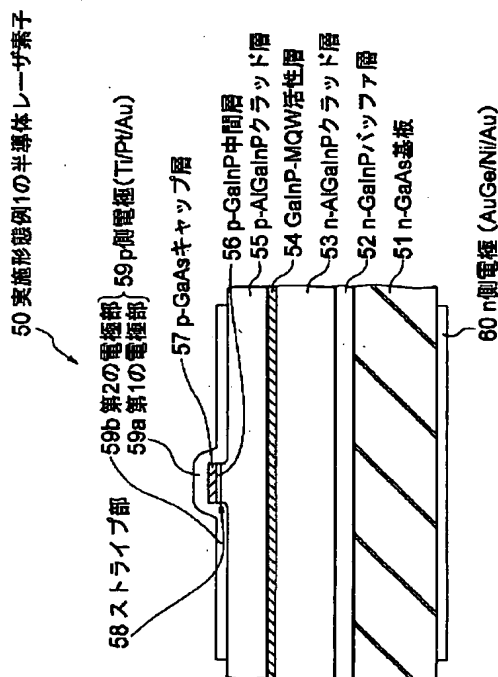
Fターム (参考) 5F073 AA03 AA61 AA89 CA14 CB10  
CB22 EA29

(54) 【発明の名称】 半導体レーザ素子及びその作製方法

(57) 【要約】

【課題】 電流狭窄効果、電流閉じ込め効果、光閉じ込め効果等を有し、しかもサージ耐圧が高く、取扱い易い半導体レーザ素子を提供する。

【解決手段】 本半導体レーザ素子50は、n型基板51上に、順次、エピタキシャル成長させた、n型バッファ層52、n型クラッド層53、活性層54、p型クラッド層55、p型中間層56、及びp型sキャップ層57の積層構造を備える。p型クラッド層の上部、p型中間層及びp型キャップ層は、ストライプ部58として形成され、電流注入領域となっている。p側電極59として、p型クラッド層55上からp型キャップ層57上を延在し、次いでp型クラッド層55上に達するp型キャップ層57を跨った形状のTi/Pt/Auの多層金属膜が形成されている。p側電極59が、オーミック接触している第1の電極部59aと、ショットキー接触している第2の電極部59bとから構成されている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 化合物半導体の積層構造上に設けられた、金属膜からなる電極が、積層構造の最上層とオーミック接触する第1の電極部と、積層構造のキャリア濃度の低い層とショットキー接触する第2の電極部とから構成されていることを特徴とする半導体レーザ素子。

【請求項2】 第1の電極部が、積層構造に形成されたリッジ状ストライプの最上層として設けられたキャリア濃度の高いキャップ層上に形成され、第2の電極部が、ストライプ横にストライプに沿って設けられたキャップ層よりキャリア濃度の低い上部クラッド層上に形成されていることを特徴とする請求項1に記載の半導体レーザ素子。

【請求項3】 リッジ状ストライプの両端部は、ストライプ幅がストライプの中央部からレーザ共振器構造の端面に向かって縮小しているテーパ状に形成されていることを特徴とする請求項2に記載の半導体レーザ素子。

【請求項4】 リッジ状ストライプの両端部は、ストライプ幅がストライプの中央部からレーザ共振器構造の端面に向かって拡大しているフレア状に形成されていることを特徴とする請求項2に記載の半導体レーザ素子。

【請求項5】 金属膜からなる電極が、第1の電極部及び第2の電極部に加えて、上部クラッド層上に絶縁膜を介して配置されている第3の電極部を第2の電極部横に備えていることを特徴とする請求項1又は2に記載の半導体レーザ素子。

【請求項6】 金属膜からなる電極が、第1の電極部及び第2の電極部に加えて、絶縁膜を介してキャップ層上に形成されている第4の電極部を第2の電極部横に隣接する領域に備えていることを特徴とする請求項2に記載の半導体レーザ素子。

【請求項7】 最上層としてキャリア濃度の高いキャップ層を有する積層構造を化合物半導体基板上に形成する工程と、  
積層構造をエッチングして、少なくともキャップ層をリッジ状ストライプに形成すると共にストライプ横に上部クラッド層を露出させるエッチング工程と、  
キャップ層上、及び露出している上部クラッド層上に金属膜からなる電極を形成する工程とを備えていることを特徴とする半導体レーザ素子の作製方法。

【請求項8】 最上層としてキャリア濃度の高いキャップ層を有する積層構造を化合物半導体基板上に形成する工程と、  
積層構造をエッチングして、少なくともキャップ層をリッジ状ストライプに形成すると共にストライプ横に上部クラッド層を露出させるエッチング工程と、  
ストライプ横に沿った上部クラッド層領域を除いて、露出している上部クラッド層上に絶縁膜を形成する工程と、  
キャップ層上、露出している上部クラッド層上、及び絶

縁膜上に金属膜からなる電極を形成する工程とを備えていることを特徴とする半導体レーザ素子の作製方法。

【請求項9】 最上層としてキャリア濃度の高いキャップ層を有する積層構造を化合物半導体基板上に形成する工程と、

レーザ共振器構造の両端面を結ぶ線に直交する方向の縁部を除いて、積層構造をエッチングして、少なくともキャップ層をリッジ状ストライプに形成すると共にストライプ横に沿った領域に上部クラッド層を露出させる工程と、

ストライプ上及び露出した上部クラッド層上を除く領域に絶縁膜を形成する工程と、

キャップ層上、露出している上部クラッド層、及び絶縁膜上に金属膜からなる電極を形成する工程とを備えていることを特徴とする半導体レーザ素子の作製方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体レーザ素子及びその作製方法に関し、更に詳細には、サージ耐圧が高く、安定して動作する、取扱いの容易な半導体レーザ素子及びその作製方法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】半導体レーザ素子のレーザ特性には、評価すべき因子が種々あるものの、エネルギー効率或いは電流効率は、評価すべき因子のうちで重要なものの一つとして認識されている。そこで、エネルギー効率化を図るために、従来から、種々の電流狭窄構造、電流閉じ込め構造、或いは光閉じ込め構造が、半導体レーザ素子のダブルヘテロ（DH）接合積層構造内にその一部として形成されていて、電流狭窄効果、電流閉じ込め効果、又は光閉じ込め効果が高い積層構造ほど、エネルギー効率がよく、好ましいレーザ共振器構造と評価されている。

【0003】ここで、図9から図11を参照して、エネルギー効率を高くする従来の基本的構造を説明する。従来の第1の構造の半導体レーザ素子10は、電流注入領域以外の領域の上部クラッド層にイオン注入して、その表層を絶縁化領域に転化したエネルギー効率化構造を備えた半導体レーザ素子である。半導体レーザ10は、図9に示すように、n型化合物半導体基板11上に、順次、エピタキシャル成長させた、n型バッファ層12、n型クラッド層13、活性層14、p型クラッド層15、及びp型キャップ層16の積層構造を備えている。

【0004】積層構造の中央のp型クラッド層15の上層及びp型コンタクト16は、電流注入領域として、レーザ共振器構造の両端面を結ぶストライプ状に形成されている。電流注入領域を除く領域のp型クラッド層15の上層は、プロトン（H）等のイオンのイオン注入により、電気抵抗が高い絶縁化領域17に転化され、更に、絶縁膜18が絶縁化領域17上に成膜されている。p側電極19として、Ti/Pt/Auの多層金属膜が、キ

10

20

30

40

50

キャップ層16上及び絶縁膜18上に形成され、キャップ層16とオーミック接触している。また、基板11の裏面には、n側電極20として、AuGe/Ni/Auの多層金属膜が形成されている。

【0005】従来の第2の構造の半導体レーザ素子22は、電流注入領域としてリッジ状ストライプを有し、その領域以外の領域には絶縁膜を有するエネルギー効率化構造を備えた半導体レーザ素子である。半導体レーザ素子22は、図10に示すように、n型化合物半導体基板23上に、順次、エピタキシャル成長させた、n型バッファ層24、n型クラッド層25、活性層26、p型クラッド層27、及びp型キャップ層28の積層構造を備えている。積層構造の中央のp型クラッド層27の上層及びp型コンタクト28は、電流注入領域として、レーザ共振器構造の両端面を結ぶリッジ状ストライプに形成されている。電流注入領域を除く領域のp型クラッド層27上には、リッジ状ストライプを埋め込むように、絶縁膜29が形成されている。p側電極30として、Ti/Pt/Auの多層金属膜が、p型キャップ層28上及び絶縁膜29上に形成され、p型キャップ層28とオーミック接触している。また、基板23の裏面には、n側電極31として、AuGe/Ni/Auの多層金属膜が形成されている。

【0006】従来の第3の構造の半導体レーザ素子34は、電流注入領域としてリッジ状ストライプを有し、その領域以外の領域にはpn接合による電流ブロック層を有するエネルギー効率化構造を備えた半導体レーザ素子である。半導体レーザ素子34は、図11に示すように、n型化合物半導体基板35上に、順次、エピタキシャル成長させた、n型バッファ層36、n型クラッド層37、活性層38、及びp型クラッド層39の積層構造を備えている。積層構造の中央のp型クラッド層39の上部は、レーザ共振器構造の両端面を結ぶリッジ状ストライプに加工され、リッジ状ストライプの両側は、pn接合による電流ブロック層40として機能する、例えばn型GaAs層によって埋め込まれている。ストライプのp型クラッド層39及び電流ブロック層40上には、p型キャップ層41が形成されている。p側電極42として、Ti/Pt/Auの多層金属膜が、キャップ層41上に形成され、キャップ層41とオーミック接触している。また、基板34の裏面には、n側電極43として、AuGe/Ni/Auの多層金属膜が、形成されている。

【0007】図9から図11にそれぞれ示した、第1から第3のエネルギー効率化構造を有する半導体レーザ素子は、電流狭窄、電流閉じ込め、或いは光閉じ込めの効果が高く、一般的には、エネルギー効率が高い優れたレーザ共振器構造として評価されている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかし、電流注入の際

の電流狭窄効果、電流閉じ込め効果、或いは光閉じ込め効果が高いということは、換言すれば、レーザ共振器構造のストライプ中にエネルギーが集中し易いということである。従って、種々の不測の要因により、外部から、大きな電流が、突然、レーザ共振器構造に流れる現象

(以下、サージと言う)が生じた際には、一気にストライプに電流が集中し、その結果、光がストライプ下の活性層領域に集中することになって、レーザ共振器構造の端面破壊、或いは瞬時光学損傷等の現象が起こり易くなる。更に言えば、ストライプ外では、絶縁膜化、絶縁膜形成、電流ブロック層形成等により、強力に電流を阻止するため、基本的に、サージ等の際、電流が一層ストライプに集中し易くなっている。

【0009】すなわち、電流狭窄、電流閉じ込め、或いは光閉じ込めの効果が高い構造を備えた半導体レーザ素子は、一面では、サージ耐圧が低く、静電気や電気/電子回路等に起因するサージの対策が必要になるので、動作安定性の低い、取扱い難い半導体レーザ素子であると言える。一方、横モード単一化、低動作電流化、高出力化等を図るためには、電流狭窄や電流/光閉じ込めを行うことが必要であって、さもないと、例えば、光ディスク装置の光ピックアップ用半導体レーザ、或いはレーザプリンタ用の半導体レーザ等として通常求められるレーザ特性を満足することができない。従って、レーザ共振器の電流狭窄構造や閉じ込め構造は、基本的に必要な構造であって、大幅に変えることはできない。

【0010】以上の説明から判るように、電流狭窄効果、電流閉じ込め効果、光閉じ込め効果等を有するエネルギー効率化構造を備えることと、サージ耐圧を高くすることの双方を満足する半導体レーザ素子が、従来の半導体レーザ素子には見当たらなかった。そこで、本発明の目的は、このような問題を解決し、電流狭窄効果、電流閉じ込め効果、光閉じ込め効果等を有するエネルギー効率化構造を有し、しかもサージ耐圧が高く、取扱い易い半導体レーザ素子を提供することである。

【0011】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明に係る半導体レーザ素子は、化合物半導体の積層構造上に設けられた、金属膜からなる電極が、積層構造の最上層とオーミック接触する第1の電極部と、積層構造のキャリア濃度の低い層とショットキー接触する第2の電極部とから構成されていることを特徴としている。

【0012】本発明は、半導体レーザを構成する化合物半導体層の組成に制約無く適用でき、例えばAlGaInP系、AlGaAs系、GaInAsP系、AlGaInAs系、ZnSe系、GaN系等の様々な化合物半導体層の積層構造に適用できる。第1の電極部がオーミック接触する最上層、及び第2の電極部がショットキー接触する層の導電型は、p型でもn型でも良い。但し、

10

20

30

40

50

両者の導電型は同じ導電型であることが望ましいが、ショットキー接触する層は濃度低いi層(intrinsic層)であってもかまわない。また、本発明の電極は、半導体レーザ素子のp側電極でもn側電極でも良く、金属膜の組成にも制約は無く、例えばp側電極としては従来のTi/Pt/Auの多層金属膜を好適に使用することができる。

【0013】本発明に係る半導体レーザ素子では、以上の構成により、オーミック接触している第1の電極部とショットキー接触している第2の電極部とは、直流電流を流す際の電圧差が大きく、しかもショットキー接触している第2の電極領域が電流阻止機能を有するので、通常のレーザ動作時(直流電流駆動時)には、第2の電極部から電流が注入されることはなく、オーミック接触している第1の電極部からのみ電流注入領域(ストライプ部)に電流が注入される。従って、良好な電流狭窄効果を示す。一方、不測のサージ電圧(電流)等が印加されたサージ時には、ショットキー接触している第2の電極からも、電流が通るようになり、電流がストライプ部に集中し難くなり、従って光もストライプ下の活性層領域に集中し難くなる。よって、サージ時の端面破壊等が生じない。サージ時は、例えば周波数の高い電流(電圧)が印加された場合と同等であり、ショットキー接触領域は、高周波成分を通し易いコンデンサのような働きで、高周波電流が通り易い状態になる。即ち、本発明に係る半導体レーザ素子は、サージ耐圧が高くなるので、動作が安定した、取扱いが容易な半導体レーザ素子であると評価できる。

【0014】本発明の好適な実施態様では、第1の電極部が、積層構造に形成されたリッジ状ストライプの最上層として設けられたキャリア濃度の高いキャップ層上に形成され、第2の電極部が、ストライプ横にストライプに沿って設けられたキャップ層よりキャリア濃度の低い上部クラッド層上に形成されている。例えば、本態様では、キャップ層のキャリア濃度は、 $1 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ 以上程度が好ましく、一方、上部クラッド層のキャリア濃度は、 $5 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ 以上 $2 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 以下程度の範囲が好ましい。

【0015】リッジ状ストライプの高さには制約はない。例えばストライプのリッジ高さが低いゲインガイド型レーザでも、ストライプのリッジ高さが高く、レーザ光に対する屈折率差が十分に大きくなる位置までエッチングされたインデックスガイド型レーザでも、逆に、レーザ光に対する屈折率差が小さいか、或いはそれほど大きくないように、ストライプのリッジ高さを調節したパルセーション型レーザでも良い。

【0016】本発明の好適な実施態様では、リッジ状ストライプの両端部は、ストライプ幅がストライプの中央部からレーザ共振器構造の端面に向かって縮小しているテーパ状に形成されている。これにより、ストライプ内

部の電流密度を下げるできるので、一層サージ耐圧が高くなる。特に、ストライプ形状の設計が重要なゲインガイド型レーザに好適に適用できる。

【0017】また、本発明の別の好適な実施態様では、リッジ状ストライプの両端部は、ストライプ幅がストライプの中央部からレーザ共振器構造の端面に向かって拡大しているフレアー状に形成されている。これにより、レーザ共振器構造の端面光密度を下げるできるので、より一層サージ耐圧が高くなる。特に、電流閉じ込めおよび光閉じ込めの高い高効率インデックスガイド型レーザ等には、好適に適用できる。

【0018】本発明で、電極の構成は、第1の電極部及び第2の電極部を有する限り、制約は無く、例えば金属膜からなる電極が、第1の電極部及び第2の電極部に加えて、上部クラッド層上に絶縁膜を介して配置されている第3の電極部を第2の電極部横に備えていても良い。このような電極構造は、ストライプ面を実装基板に向けて半導体レーザ素子を実装基板に実装する際、第1の電極部と第3の電極部がレーザ基板からほぼ同じ高さにあるので、実装が容易になる。また、金属膜からなる電極が、金属膜からなる電極が、第1の電極部及び第2の電極部に加えて、絶縁膜を介してキャップ層上に形成されている第4の電極部を第2の電極部横に隣接する領域に備えていても良い。このような電極構造は、ストライプ面を実装基板に向けて半導体レーザ素子を実装基板に実装する際、第1の電極部と第3の電極部がレーザ基板からほぼ同じ高さにあるので、実装が容易になる。

【0019】上述した半導体レーザ素子を作製する際に適用する、本発明に係る半導体レーザ素子の作製方法(以下、第1の発明方法と言う)は、最上層としてキャリア濃度の高いキャップ層を有する積層構造を化合物半導体基板上に形成する工程と、積層構造をエッチングして、少なくともキャップ層をリッジ状ストライプに形成すると共にストライプ横に上部クラッド層を露出させるエッチング工程と、キャップ層上及び露出している上部クラッド層上に金属膜からなる電極を形成する工程とを備えていることを特徴としている。

【0020】上述した第3の電極部を有する半導体レーザ素子を作製する際に適用する、本発明に係る半導体レーザ素子の別の作製方法(以下、第2の発明方法と言う)は、最上層としてキャリア濃度の高いキャップ層を有する積層構造を化合物半導体基板上に形成する工程と、積層構造をエッチングして、少なくともキャップ層をリッジ状ストライプに形成すると共にストライプ横に上部クラッド層を露出させるエッチング工程と、ストライプ横に沿った上部クラッド層領域を除いて、露出している上部クラッド層上に絶縁膜を形成する工程と、キャップ層上、露出している上部クラッド層上及び絶縁膜上に金属膜からなる電極を形成する工程とを備えていることを特徴としている。

【0021】上述した第4の電極部を有する半導体レーザ素子を作製する際に適用する、本発明に係る半導体レーザ素子の別の作製方法（以下、第3の発明方法と言う）は、最上層としてキャリア濃度の高いキャップ層を有する積層構造を化合物半導体基板上に形成する工程と、レーザ共振器構造の両端面を結ぶ線に直交する方向の縁部を除いて、積層構造をエッチングして、少なくともキャップ層をリッジ状ストライプに形成すると共にストライプ横に沿った領域に上部クラッド層を露出させる工程と、ストライプ上及び露出した上部クラッド層上を除く領域に絶縁膜を形成する工程と、キャップ層上、露出している上部クラッド層及び絶縁膜上に金属膜からなる電極を形成する工程とを備えていることを特徴としている。

#### 【0022】

【発明の実施の形態】以下に、添付図面を参照して、実施形態例に基づいて本発明をより詳細に説明する。

##### 半導体レーザ素子の実施形態例1

本実施形態例は、本発明に係る半導体レーザ素子の実施形態の一例であって、図1は本実施形態例の半導体レーザ素子の構成を示す断面図である。本実施形態例の半導体レーザ素子50は、図1に示すように、n型GaAs基板51上に、順次、エピタキシャル成長させた、n型GaInPバッファ層52、n型AlGaInPクラッド層53、GaInPの多重量子井戸構造（MQW）からなる活性層54、p型AlGaInPクラッド層55、p型GaInP中間層56、及びp型GaAsキャップ層57の積層構造を備えている。p型クラッド層55の上部、p型GaInP中間層56及びp型GaAsキャップ層57は、レーザ共振器構造の両端面を結ぶリッジ状ストライプ構造（以下、簡単にストライプ部という）58として形成され、積層構造の電流注入領域となっている。更に、p側電極59として、p型クラッド層55上からp型キャップ層57上を延在し、次いでp型クラッド層55上に達する、p型キャップ層57を跨がった形状のTi/Pt/Auの多層金属膜が形成されている。また、基板51の裏面には、n側電極60として、AuGe/Ni/Auの多層金属膜が形成されている。

【0023】本実施形態例の半導体レーザ素子50では、p側電極59が、オーミック接触している第1の電極部59aと、ショットキー接触している第2の電極部59bとから構成されている。第1の電極部59aは、電流注入領域となるストライプ部58の最上層として形成されたキャリア濃度の高いp型GaAs層キャップ層72とオーミック接触している。一方、ストライプ部58を除く領域では、第2の電極部59bが、キャリア濃度の低いp型クラッド層55に接触していて、オーミック接触とはならずショットキー接触となっている。

【0024】以上の電極構成では、オーミック接触とシ

ョットキー接触との電位バリアの差によって、一定の電圧以下では、第1の電極部59aからのみ電流注入され、一定の電圧以上では、第1の電極部59a及び第2の電極部59bの双方から電流注入される。即ち、通常のレーザ動作時（直流電流駆動時）は、オーミック接触しているストライプ部（電流注入領域）58にのみ電流が注入でき、高い電流効率を示す良好なレーザ特性で動作する。一方、不測のサージ電圧（電流）等が印加した際には、ショットキー接触領域でも、電流が通るようになり、電流がストライプ部に集中し難くなって、光もストライプ部直下の領域の活性層54に集中し難くなる。例えば高電圧で周波数の高い電流（電圧）が印加された場合は、ショットキー接触領域は、高周波成分を通し易いコンデンサのような働きで、高周波電流が通り易い状態になる。すなわち、半導体レーザ素子のサージ耐圧が高くなることになるので、取扱いの容易な動作安定性の高い半導体レーザ素子となる。

【0025】また、本実施形態例では、ストライプ部58が絶縁膜等で埋め込まれていないので、応力がストライプ部58に作用し難いので、動作信頼性も優れている。なお、本実施形態例では、ストライプ部58外のp型クラッド層55のエッチング深さを浅くした、ゲインガイド型レーザを想定しているが、エッチング深さの制御によって、インデックスガイド型レーザや、バルセーション型レーザ等にも適用することができる。例えば、エッチング深さを十分に深くして、レーザ光に対する屈折率差が十分に大きくなる位置までエッチングすれば、インデックスガイド型レーザを作製することができる。また、レーザ光に対する屈折率差が小さいか、或いはそれほど大きくないように、エッチング深さに制御すれば、活性層の構造にも考慮を払う必要があるものの、バルセーション型レーザが得られる。尚、これらの型の半導体レーザ素子は、極く一般的な共振器設計で容易に実現が可能である。

##### 【0026】半導体レーザ素子の形成方法の実施形態例1

本実施形態例は、第1の発明方法に係る半導体レーザ素子の作製方法を上述の半導体レーザ素子50の作製に適用した実施形態の一例であって、図2（a）から（c）は本実施形態例の方法で半導体レーザ素子を作製した際の工程毎の断面図である。まず、図2（a）に示すように、MOCVD法等のエピタキシャル成長法により、n型GaAs基板51上に、順次、n型GaInPバッファ層52、n型AlGaInPクラッド層53、GaInPの多重量子井戸構造（MQW）からなる活性層54、p型AlGaInPクラッド層55、p型GaInP中間層56、及びp型GaAsキャップ層57をエピタキシャル成長させ、半導体レーザの積層構造を形成する。

【0027】次いで、図2（b）に示すように、ウエッ

トエッチング法により、p型キャップ層57、p型GaInP中間層56、及びp型クラッド層55の上層をエッチングして、p型クラッド層55の上層、p型GaInP中間層56、及びp型キャップ層57からなるストライプ部58を形成すると共にストライプ部58の両側にp型クラッド層55を露出させる。本実施形態例では、ストライプの形状は、図2(c)に示すように、ストライプ幅が一定なストレート形状になっている。

【0028】次に、基板全面にTi/Pt/Auの多層金属膜を蒸着させ、p型クラッド層55上からストライプ部58上を経てp型クラッド層55上に跨がった形状になるように、多層金属膜をエッチングしてp側電極59を形成し、更に基板51の裏面にAuGe/Ni/Auの多層金属膜を成膜し、パターニングしてn側電極60を形成する。これにより、図1に示す半導体レーザ素子50を作製することができる。

【0029】本実施形態例の方法によれば、上述のように、極めて簡便なプロセスで半導体レーザ素子50を作製することができ、従って、製品歩留り及び製造コスト等の点でも、従来の半導体レーザ素子の作製方法に比べて有利である。

#### 【0030】実施形態例1の半導体レーザ素子の改変例1

本改変例は、実施形態例1の半導体レーザ素子50の改変例であって、図3(a)及び(b)は、それぞれ、本改変例の半導体レーザ素子の斜視図及び上面図である。本改変例の半導体レーザ素子62では、実施形態例1の半導体レーザ素子50のストライプ部58のスレートな形状に代えて、ストライプ部63が、図3(a)及び

(b)に示すように、ストレートな形状の中央部63aと、ストライプ部68の両端部にそれぞれ設けられ、ストライプの幅が中央部63aから先端に向かって縮小するテーパ部63bとを有する。本改変例の半導体レーザ素子62は、横モード設計と絡めて、ストライプ部73の両端部をテーパ部63bにすることにより、ストライプ内部の電流密度を下げることで、実施形態例1の半導体レーザ素子50に比べてより一層サージ耐圧を高くすることができる。特に、ストライプ形状の設計が重要なゲインガイド型レーザに好適に適用できる。改変例1の構造は、実施形態例1の作製プロセスを基本的に変えることなく、容易に実現できる、実施形態例1と同様にシンプルな構造であると言える。

#### 【0031】実施形態例1の半導体レーザ素子の改変例2

本改変例は、実施形態例1の半導体レーザ素子50の改変例であって、図4(a)及び(b)は、それぞれ、本改変例の半導体レーザ素子の斜視図及び上面図である。本改変例の半導体レーザ素子64では、実施形態例1の半導体レーザ素子50のストライプ部58のスレートな形状に代えて、ストライプ部65が、図4(a)及び

(b)に示すように、ストレートな形状の中央部65aと、ストライプ部65の両端部にそれぞれ設けられ、ストライプの幅が中央部65aから先端に向かって拡大するフレア部65bとを有する。本改変例の半導体レーザ素子64は、横モード設計や端面光密度設計と絡めて、ストライプ部65の両端部をフレア部65bにすることにより、レーザ共振器構造の端面光密度を下げることで、実施形態例1の半導体レーザ素子50に比べて、より一層サージ耐圧を高くすることができる。特に、電流閉じ込め及び光閉じ込めの高い高効率インデックスガイド型レーザ等には、好適に適用できる。改変例2の構造は、実施形態例1の作製プロセスを基本的に変えることなく、容易に実現できる、実施形態例1と同様にシンプルな構造であると言える。

#### 【0032】半導体レーザ素子の実施形態例2

本実施形態例は、本発明に係る半導体レーザ素子の実施形態の別の例であって、図5は本実施形態例の半導体レーザ素子の構成を示す断面図である。本実施形態例の半導体レーザ素子68は、図5に示すように、n型GaAs基板69上に、順次、エピタキシャル成長させた、n型GaInPバッファ層70、n型AlGaInPクラッド層71、GaInPの多重量子井戸構造(MQW)からなる活性層72、p型AlGaInPクラッド層73、p型GaInP中間層74、及びp型GaAsキャップ層75の積層構造を備えている。

【0033】積層構造の中央部では、p型クラッド層73の上部、p型中間層74及びp型キャップ層75は、ストライプ部76として形成され、積層構造の電流注入領域となっている。ストライプ部76の両側のストライプ部76に沿った領域では、p型クラッド層73が露出しており、p型クラッド層73の露出領域の外側領域では、絶縁膜、例えばSiO<sub>2</sub>膜77がp型クラッド層73上に成膜されている。そして、SiO<sub>2</sub>膜77、p型クラッド層73、及びストライプ部76を覆って、Ti/Pt/Auの多層金属膜が、p側電極78として形成されている。また、基板69の裏面には、n側電極79として、AuGe/Ni/Auの多層金属膜が形成されている。

【0034】本実施形態例の半導体レーザ素子68では、p側電極78が、オーミック接触している第1の電極部78aと、ショットキー接触している第2の電極部78bと、SiO<sub>2</sub>膜77上の第3の電極部78cとから構成されている。第1の電極部78aは、電流注入領域となるストライプ部76の最上層として形成されたキャリア濃度の高いp型GaAs層キャップ層75とオーミック接触している。一方、ストライプ部76の両側の領域では、第2の電極部78bが、キャリア濃度の低いp型クラッド層73に接触していて、オーミック接触とはならずショットキー接触となっている。

【0035】よって、本実施形態例の半導体レーザ素子

68では、実施形態例1の半導体レーザ素子50と同様に、電位バリアの差によって、通常のレーザ動作時には、オーミック接触している電流注入領域にだけに電流を注入することができ、電流狭窄が行われる。また、p側電極78とショットキー接触している領域の存在によって、実施形態例1の半導体レーザ素子50と同様に、高いサージ耐圧を有する構造となっている。

【0036】実施形態例1とは異なり、本実施形態例は、ストライプ部76の両側に絶縁膜77が形成されていて、p側電極78が、オーミック接触している第1の電極部78a及びショットキー接触している第2の電極部78bに加えて、更に絶縁膜77上に第3の電極部78cを有する。これにより、本実施形態例では、第3の電極部78cが、ストライプ部76の第1の電極部78aとはほぼ同じ高さになっているので、ストライプ面で半田接合して実装基板にマウントするような際に、ストライプ部76に無用の力が作用し難くなり、組立安定性や信頼性の向上等が期待できる。なお、本実施形態例でも、実施形態例1の改変例1及び2と同様に、何らプロセスを変えることなく、ストライプ部76の両端部をテ

## 【0037】半導体レーザ素子の作製方法の実施形態例2

本実施形態例は、第2の発明方法に係る半導体レーザ素子の作製方法を上述の半導体レーザ素子68に適用した実施形態の一例であって、図6(a)から(c)は、それぞれ、本実施形態例の方法で半導体レーザ素子を作製した際の工程毎の断面図である。本実施形態例では、先ず、図6(a)に示すように、MOCVD法等のエピタキシャル成長法により、n型GaAs基板69上に、順次、n型GaInPバッファ層70、n型AlGaInPクラッド層71、GaInPの多重量子井戸構造(MQW)からなる活性層72、p型AlGaInPクラッド層73、p型GaInP中間層74、及びp型GaAsキャップ層75をエピタキシャル成長させ、半導体レーザの積層構造を形成する。

【0038】次いで、図6(b)に示すように、ウエットエッチング法により、p型キャップ層75、p型GaInP中間層74、及びp型クラッド層73の上層をエッチングして、p型クラッド層73の上層、p型GaInP中間層74、及びp型キャップ層75からなるストライプ部76を形成すると共にストライプ部76の両側にp型クラッド層73を露出させる。本実施形態例では、ストライプ部76は、ストライプ幅が一定なストレート形状になっている。

【0039】次に、基板全面にSiO<sub>2</sub>膜を成膜し、ストライプ部76上のp型キャップ層75、及びストライプ部76の両側にストライプ部76に沿ってp型クラッド層73を露出させ、かつストライプ部76から離隔した領域にSiO<sub>2</sub>膜77を形成するように、パターニン

グする。次いで、基板全面にTi/Pt/Auの多層金属膜を蒸着させ、SiO<sub>2</sub>膜77上からp型クラッド層73上、ストライプ部76上、及びp型クラッド層73を経てSiO<sub>2</sub>膜77上に達するように、多層金属膜をエッチングしてp側電極78を形成し、更に基板69の裏面にAuGe/Ni/Auの多層金属膜を成膜し、パターニングしてn側電極79を形成する。これにより、図5に示す半導体レーザ素子68を作製することができる。

## 【0040】半導体レーザ素子の実施形態例3

本実施形態例は、本発明に係る半導体レーザ素子の実施形態の更に別の例であって、図7は本実施形態例の半導体レーザ素子の構成を示す断面図である。本実施形態例の半導体レーザ素子80は、図7に示すように、n型GaAs基板81上に、順次、エピタキシャル成長させた、n型GaInPバッファ層82、n型AlGaInPクラッド層83、GaInPの多重量子井戸構造(MQW)からなる活性層84、p型AlGaInPクラッド層85、p型GaInP中間層86、及びp型GaAsキャップ層87の積層構造を備えている。

【0041】積層構造の中央部では、p型クラッド層85の上部、p型中間層86及びp型キャップ層87は、ストライプ部88として形成され、積層構造の電流注入領域となっている。また、ストライプ部88の両側のストライプ部88から離隔した領域には同じ構造のメサ部89が形成されていて、メサ部89のp型キャップ層87上及び側壁には、絶縁膜、例えばSiO<sub>2</sub>膜90が成膜されている。ストライプ部88とメサ部89の間では、p型クラッド層85がストライプ部88に沿って露出している。そして、SiO<sub>2</sub>膜90、p型クラッド層85、及びストライプ部88を覆ってTi/Pt/Auの多層金属膜が、p側電極91として形成されている。また、基板81の裏面には、n側電極92として、AuGe/Ni/Auの多層金属膜が形成されている。

【0042】本実施形態例の半導体レーザ素子80では、p側電極91が、オーミック接触している第1の電極部91aと、ショットキー接触している第2の電極部91bと、SiO<sub>2</sub>膜90上の第4の電極部91cとから構成されている。第1の電極部91aは、電流注入領域となるストライプ部88の最上層として形成されたキャリア濃度の高いp型GaAs層キャップ層87とオーミック接触している。一方、ストライプ部88とメサ部89との間の領域では、第2の電極部91bが、キャリア濃度の低いp型クラッド層85に接触しているため、オーミック接触とはならずショットキー接触となっている。

【0043】よって、本実施形態例の半導体レーザ素子80では、実施形態例1の半導体レーザ素子50と同様に、電位バリアの差によって、通常のレーザ動作時には、オーミック接触している電流注入領域にだけに電流

を注入することができ、電流狭窄が行われる。また、p側電極91とショットキー接触している領域の存在によって、実施形態例1の半導体レーザ素子50と同様に、高いサージ耐圧を有する構造となっている。なお、本実施形態例でも、実施形態例1の改変例1及び2と同様に、何らプロセスを変えることなく、ストライプ部76の両端部をテーパ状及びフレアー状にすることができる。

【0044】更には、本実施形態例では、ストライプ部88の両側にメサ部89が形成されていて、ストライプ部89とほぼ同じ高さになっているので、実施形態例2と同様に、ストライプ面で半田接合して実装基板にマウントするような際に、ストライプ部88に無用の力が作用し難くなり、組立安定性や信頼性の向上等が期待できる。尚、本実施形態例は、エッチング深さが深い場合、即ちストライプ部88の高さが高い場合でも、絶縁膜90の膜厚を調整することにより、ストライプ部88の外側の高さをストライプ部88と同じ高さに形成することが、実施形態例2よりも容易である。

#### 【0045】半導体レーザ素子の作製方法の実施形態例3

本実施形態例は、第3の発明方法に係る半導体レーザ素子の作製方法を上述の半導体レーザ素子80に適用した実施形態の一例であって、図8(a)から(c)は本実施形態例の方法で半導体レーザ素子を作製した際の工程毎の断面図である。本実施形態例では、先ず、図8

(a)に示すように、MOCVD法等のエピタキシャル成長法により、n型GaAs基板81上に、順次、n型GaInPバッファ層82、n型AlGaInPクラッド層83、GaInPの多重量子井戸構造(MQW)からなる活性層84、p型AlGaInPクラッド層85、p型GaInP中間層86、及びp型GaAsキャップ層87をエピタキシャル成長させ、半導体レーザの積層構造を形成する。

【0046】次いで、図8(b)に示すように、ウェットエッチング法により、p型キャップ層87、p型GaInP中間層86、及びp型クラッド層85の上層をエッチングして、p型クラッド層85の上層、p型GaInP中間層86、及びp型キャップ層87からなるストライプ部88、及びストライプ部88の両側に離隔して同じ層構造のメサ部89A、Bを形成すると共にストライプ部88とメサ部89A、Bとの間にp型クラッド層85を露出させる。本実施形態例では、ストライプ部88は、ストライプ幅が一定なストレート形状になっている。

【0047】次に、基板全面にSiO<sub>2</sub>膜を成膜し、パターンニングして、メサ部89のp型キャップ層87上及び側壁にSiO<sub>2</sub>膜90を形成する。次いで、基板全面にTi/Pt/Auの多層金属膜を蒸着させ、メサ部89AのSiO<sub>2</sub>膜90上からp型クラッド層85上、ス

トライブ部88上、及びp型クラッド層85上を経てメサ部89bのSiO<sub>2</sub>膜90上に達するように、多層金属膜をエッチングしてp側電極91を形成し、更に基板81の裏面にAuGe/Ni/Auの多層金属膜を成膜し、パターンニングしてn側電極92を形成する。これにより、図7に示す半導体レーザ素子80を作製することができる。

【0048】半導体レーザ素子及びその作製方法の実施形態例1から実施形態例3の説明では、AlGaInP系の半導体レーザ素子を例に取って説明しているが、本発明は、AlGaAs系、GaInAsP系、AlGaInAs系、ZnSe系、GaN系等の様々な組成系の半導体レーザ素子にも容易に適用できる。また、本発明の要旨を逸脱しない限り、実施形態例とは異なる様々なレーザ構造及びその作製方法に本発明を適用することができる。

#### 【0049】

【発明の効果】本発明によれば、半導体レーザの積層構造上に設けられた、金属膜からなる電極を、積層構造の最上層とオーミック接触する第1の電極部と、積層構造のキャリア濃度の低い層とショットキー接触する第2の電極部とから構成することにより、以下の効果を奏する。オーミック接触している第1の電極部とショットキー接触している第2の電極部とは、直流電流を流す際の電圧差が大きいため、通常のレーザ動作時(直流電流駆動時)は、オーミック接触している第1の電極部にのみ電流が流れて、電流狭窄効果の大きな良好なレーザ特性で動作する。一方、不測のサージ等が印加した際に、ショットキー接触する第2の電極部からも電流が注入されるので、電流がストライプ部に集中し難くなる。すなわち、半導体レーザ素子のサージ耐圧が高くなり、取扱いの容易な動作安定性の高いレーザとなる。例えば、周波数の高い電流(電圧)が印加されたサージ時は、第2の電極部は高周波成分を通しやすいコンデンサのような働きで、高周波電流が通り易くなる。更には、ストライプ部の端部形状をテーパ状にしたり、フレアー状にしたりすることにより、サージ耐圧をより一層高くすることができる。また、本発明方法は、少ないプロセス工程数で本発明に係る半導体レーザ素子を作製する方法を実現しており、素子構造およびプロセスが簡単なので、製品歩留りおよび製造コスト等の点で従来のものに比べて優れている。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】実施形態例1の半導体レーザ素子の構成を示す断面図である。

【図2】図2(a)から(c)は実施形態例1の方法で半導体レーザ素子を作製した際の工程毎の断面図である。

【図3】図3(a)及び(b)は、それぞれ、改変例1の半導体レーザ素子の斜視図及び上面図である。

【図4】図4(a)及び(b)は、それぞれ、改変例2の半導体レーザ素子の斜視図及び上面図である。

【図5】実施形態例2の半導体レーザ素子の構成を示す断面図である。

【図6】図6(a)から(c)は、それぞれ、実施形態例2の方法で半導体レーザ素子を作製した際の工程毎の断面図である。

【図7】実施形態例3の半導体レーザ素子の構成を示す断面図である。

【図8】図8(a)から(c)は、それぞれ、実施形態例3の方法で半導体レーザ素子を作製した際の工程毎の断面図である。

【図9】従来の第1の構造の半導体レーザ素子の構成を示す断面図である。

【図10】従来の第2の構造の半導体レーザ素子の構成を示す断面図である。

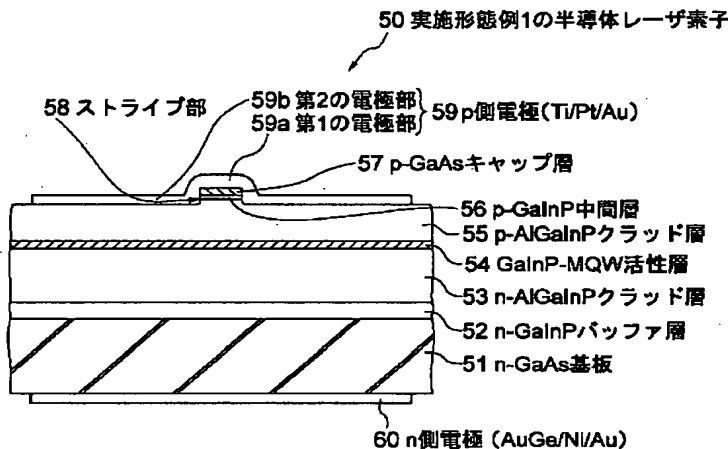
【図11】従来の第3の構造の半導体レーザ素子の構成を示す断面図である。

【符号の説明】

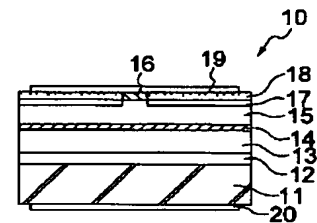
10……従来の第1の構造の半導体レーザ素子、11……n型化合物半導体基板、12……n型バッファ層、13……n型クラッド層、14……活性層、15……p型クラッド層、16……p型キャップ層、17……絶縁化領域、18……絶縁膜、19……p側電極、20……n側電極、22……従来の第2の構造の半導体レーザ素子、23……n型化合物半導体基板、24……n型バッファ層、25……n型クラッド層、26……活性層、27……p型クラッド層、28……p型キャップ層、29……絶縁膜、30……p側電極、31……n側電極、34……従来の第3の構造の半導体レーザ素子、35……n型化合物半導体基板、36……n型バッファ層、37……n型クラッド層、38……活性層、39……p型クラッド層、40……電流ブロック層、41……p型キャ

\* ップ層、42……p側電極、43……n側電極、50……実施形態例1の半導体レーザ素子、51……n型GaAs基板、52……n型GaInPバッファ層、53……n型AlGaInPクラッド層、54……GaInPの多重量子井戸構造(MQW)からなる活性層、55……p型AlGaInPクラッド層、56……p型GaInP中間層、57……p型GaAsキャップ層、58……ストライプ部、59……p側電極、59a……第1の電極部、59b……第2の電極部、60……n側電極、62……改変例1の半導体レーザ素子、63……ストライプ部、63a……中央部、63b……テーパ部、64……改変例2の半導体レーザ素子、65……ストライプ部、65a……中央部、65b……フレアー部、68……実施形態例2の半導体レーザ素子、69……n型GaAs基板、70……n型GaInPバッファ層、71……n型AlGaInPクラッド層、72……GaInPの多重量子井戸構造(MQW)からなる活性層、73……p型AlGaInPクラッド層、74……p型GaInP中間層、75……p型GaAsキャップ層、76……ストライプ部、77……SiO<sub>2</sub>膜、78……p側電極、78a……第1の電極部、78b……第2の電極部、78c……第3の電極部、79……n側電極、80……実施形態例3の半導体レーザ素子、81……n型GaAs基板、82……n型GaInPバッファ層、83……n型AlGaInPクラッド層、84……GaInPの多重量子井戸構造(MQW)からなる活性層、85……p型AlGaInPクラッド層、86……p型GaInP中間層、87……p型GaAsキャップ層、88……ストライプ部、89……メサ部、90……SiO<sub>2</sub>膜、91……p側電極、91a……第1の電極部、91b……第2の電極部、91c……第4の電極部、92……n側電極。

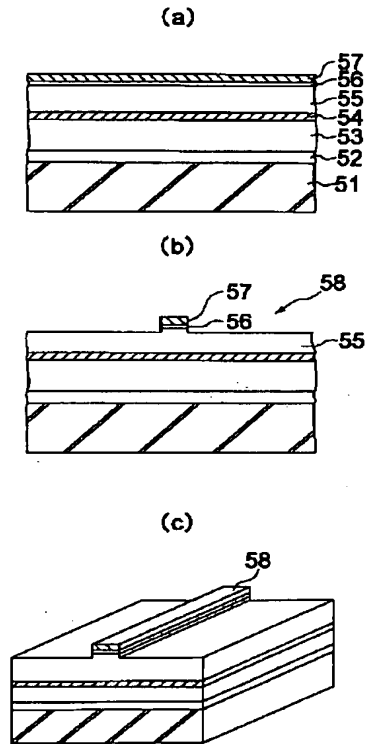
【図1】



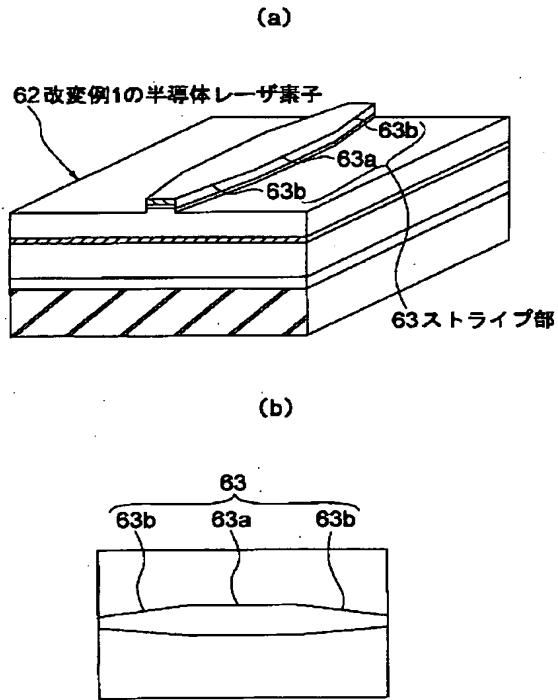
【図9】



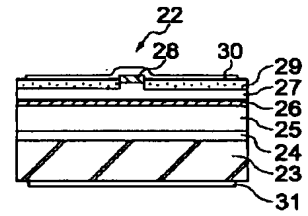
【図2】



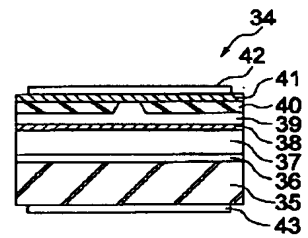
【図3】



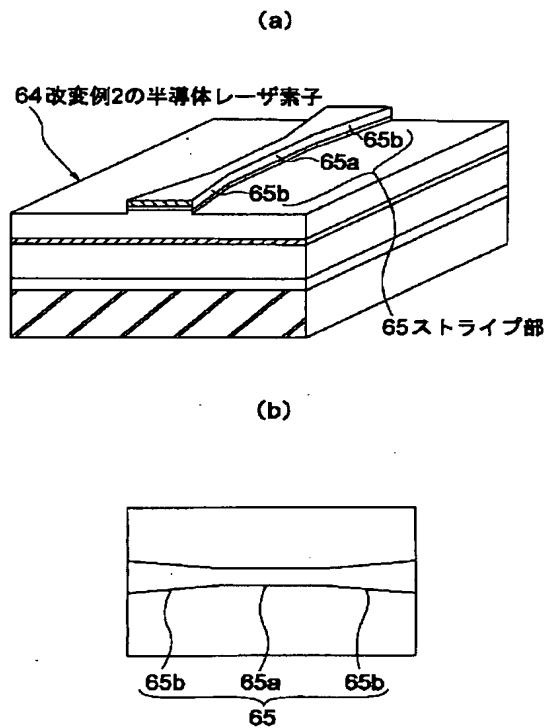
【図10】



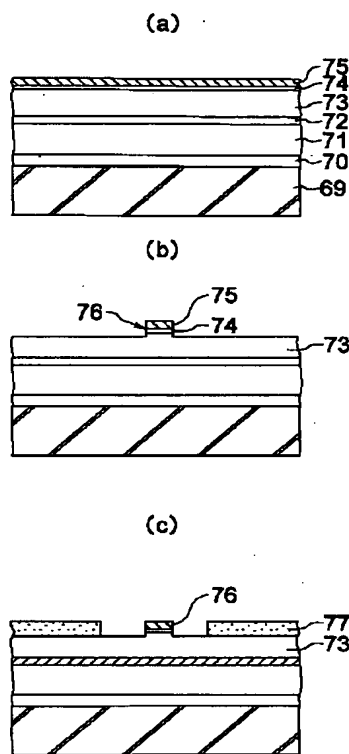
【図11】



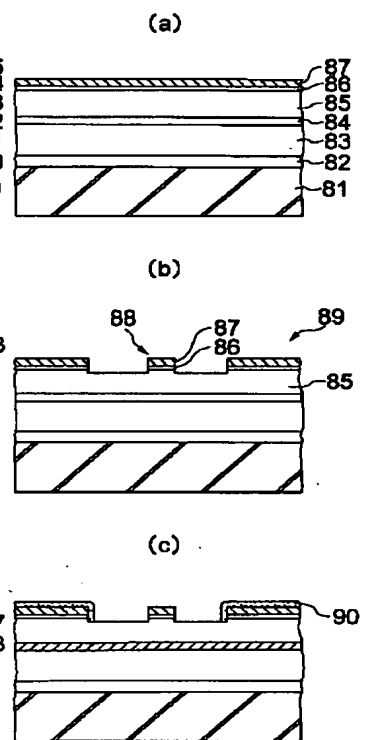
【図4】



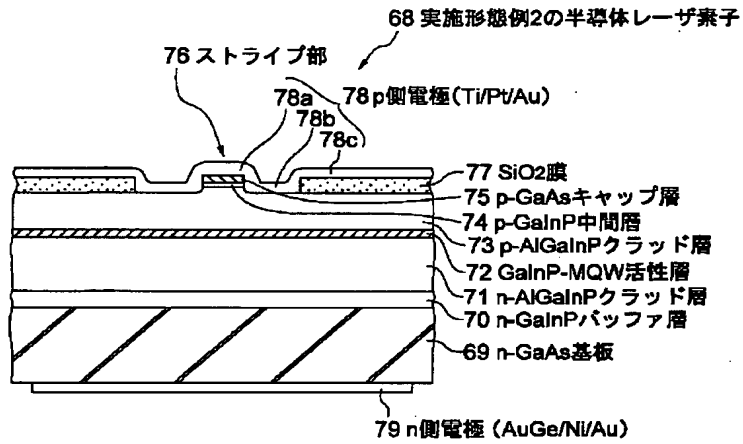
【図6】



【図8】



【図5】



【図7】

